



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

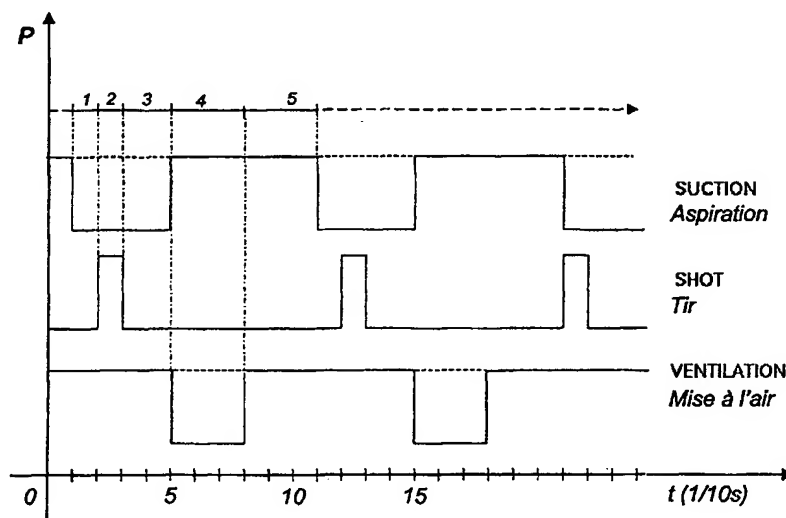
(51) Classification internationale des brevets ⁶ : A61B 17/32, A61M 1/00	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 99/65408 (43) Date de publication internationale: 23 décembre 1999 (23.12.99)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/01462 (22) Date de dépôt international: 17 juin 1999 (17.06.99) (30) Données relatives à la priorité: 98/07879 19 juin 1998 (19.06.98) FR 99/03630 22 mars 1999 (22.03.99) FR (71) Déposant: SAPHIR MEDICAL [FR/FR]; 5, chemin du Jubin, F-69570 Darbilly (FR). (72) Inventeur: GONON, Bertrand; 18, cours Suchet, F-69002 Lyon (FR). (74) Mandataire: METZ, Paul; Cabinet Metz Patni, Boîte postale 63, F-67024 Strasbourg Cedex (FR).	(81) Etats désignés: AU, BR, CA, CN, IL, JP, RU, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i> <i>Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.</i>	

(54) Title: METHOD FOR GENERATING A PULSE TRAIN OF STERILE LIQUID JET FOR MEDICAL USES

(54) Titre: PROCEDE DE GENERATION D'UN TRAIN IMPULSIONNEL D'UN JET LIQUIDE STERILE POUR DES APPLICATIONS MEDICALES

(57) Abstract

The invention concerns a method for generating a shot pulse characterised in that it uses a liquid path under pressure and a pneumatic path for aspirating and it consists in controlling the jet periodic shot under pressure during the periodic application of suction and in releasing the tension on the tissue when suction is interrupted by ventilation. Another embodiment of the method enables to obtain, even in the case of high pulse recurrence rate, a trailing edge of the stiff shot pulse, by externally communicating with outside the conduit supplying pressurised liquid close to the moment of break in its liquid supply. Said invention is useful for manufacturers of appliances or surgical or medical handpieces for intervention using a pressurised liquid jet.



(57) Abrégé

Le procédé consiste à générer un régime impulsif de tir caractérisé en ce qu'il met en oeuvre une voie de liquide sous pression et une voie pneumatique d'aspiration et en ce que l'on commande le tir périodique du jet sous pression pendant l'application périodique de l'aspiration et en ce qu'on libère la tension sur le tissu pendant la coupure de l'aspiration par une mise à l'air. Une variante du procédé permet d'obtenir, même en cas de fréquence de récurrence élevée, un front arrière de l'impulsion du tir raide, par une mise en communication avec l'extérieur du conduit d'alimentation en liquide sous pression au voisinage du moment de la coupure de son alimentation en liquide. Cette invention intéresse les fabricants d'appareils et de pièces à main chirurgicales et médicales pour des interventions à l'aide d'un jet liquide sous pression.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce		de Macédoine	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Biélorus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun			PL	Pologne		
CN	Chine	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DK	Danemark	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
EE	Estonie	LR	Libéria	SG	Singapour		

PROCEDE DE GENERATION D'UN TRAIN IMPULSIONNEL D'UN JET LIQUIDE STERILE POUR DES APPLICATIONS MEDICALES

5

L'invention se rapporte à un procédé de génération d'un train impulsional d'un jet liquide stérile pulsé-aspiré et au jet liquide pulsé-aspiré ainsi généré pour l'alimentation d'une pièce à main
10 ou d'un cathéter en vue d'applications notamment chirurgicales et médicales.

On connaît déjà l'utilisation des jets pulsés d'un liquide stérile sous haute pression à des fins d'interventions chirurgicales.

15

On peut citer par exemple à cet effet EP n° 0636345 au nom de SENTINEL MEDICAL qui concerne un instrument chirurgical à jet pulsé de liquide à des fins de découpe et d'émulsification avec une aspiration conjointe pour l'évacuation du liquide et
20 des résidus biologiques.

Le jet pulsé provient du mouvement de va-et-vient répété d'un piston amplificateur qui reçoit le liquide sous faible pression.

L'inconvénient majeur de ce système concerne
25 l'utilisation d'un piston qui ne peut produire qu'un seul train d'impulsions pendant son trajet de travail le long de sa course. Il convient ensuite de remplir à nouveau la chambre du piston, ce qui condamne ce dispositif à un fonctionnement discontinu peu
30 compatible avec les exigences de travail des chirurgiens.

Il existe également des inventions se rapportant à la chirurgie de l'oeil dans lesquelles un jet pulsé de liquide est dirigé sur l'oeil et
35 notamment sur la cornée en vue d'un travail de désintégration des tissus défectueux et de décollement des matières et corps déposés ou

incrustés. Ces inventions sont protégées par les brevets américains n° 3,818,913 et 3,930,505 au nom de WALLACH.

Il s'agit de jets pulsés à haute fréquence destinés par la haute cadence de répétition à un travail de désintégration par trains de frappes pour le nettoyage du cristallin en le débarrassant des tissus défectueux et des matières et corps étrangers. Il est prévu classiquement une aspiration séparée pour l'évacuation du liquide et des résidus du travail de désintégration.

Dans ces derniers dispositifs, l'aspiration est également continue et séparée. Par contre, il ne s'agit pas de découpe mais de décollement et de désintégration en vue de l'évacuation des matières et des tissus gênants.

De façon générale, les jets liquides pulsés à haute pression connus antérieurement sont des trains d'impulsions liquides déclenchés sur commande et projetés sur la zone de dissection.

Le liquide projeté est ensuite évacué par aspiration en continu ou lorsqu'il dépasse une certaine quantité jugée gênante pour la poursuite du travail de dissection.

Dans ces réalisations, le chirurgien ne peut approcher de trop près le tissu à disséquer par l'extrémité de la pièce à main en raison des projections latérales de liquide et des éclaboussures ainsi générées troublant la visibilité du champ opératoire.

Par ailleurs, le rendement de dissection n'est que faiblement meilleur à celui d'un jet continu en raison des phénomènes de rebond.

Finalement, la pénétration de liquide même stérile dans l'ouverture découpée et ceci en quantités faibles mais non négligeables, est un inconvénient pour le corps du patient qui doit

l'éliminer en plus de toutes les autres surcharges liées à l'intervention.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précités en proposant un procédé de
5 génération d'un train impulsif d'un jet liquide stérile pulsé-aspiré et le jet pulsé-aspiré ainsi généré pour l'alimentation d'une pièce à main, d'un cathéter ou analogue, en vue d'applications chirurgicales ou médicales.

10 Selon le procédé de base, on commande périodiquement le tir de jets élémentaires de liquide sous pression en ouvrant et en coupant périodiquement à une fréquence de récurrence F_R le flux du liquide sous pression alimentant la pièce à main. On commande
15 l'aspiration en ouverture et en coupure à la même fréquence de récurrence à des instants tels que le tir se produise pendant l'aspiration, la coupure de l'aspiration s'effectuant avant la prochaine commande périodique de tir du jet liquide sous pression. Ce
20 procédé permet de créer un jet éjecté et aspiré d'une grande efficacité opératoire.

A cet effet, le procédé de base selon l'invention se caractérise en ce que l'on met en oeuvre une voie de liquide sous pression par exemple
25 sous haute pression et une voie pneumatique d'aspiration et en ce que l'on commande périodiquement le tir du jet sous pression pendant l'application périodique de l'aspiration et en ce qu'on libère le tissu pendant la coupure de
30 l'aspiration par une mise à l'air.

Le procédé selon l'invention présente de nombreux avantages.

Il permet d'éviter les projections latérales et les éclaboussures de toute sorte et de ce fait
35 procure une bonne visibilité du champ opératoire en même temps que la possibilité d'approcher de très près le tissu à découper.

S'agissant d'un jet pulsé-aspiré, c'est-à-dire d'un jet tiré en même temps que fonctionne l'aspiration, le tissu reste plaqué c'est-à-dire tendu momentanément avant et pendant le tir à l'extrémité du manchon d'extrémité de la pièce à main, puis se détend pendant la phase finale de l'aspiration. On procède ainsi à un tir sur un tissu tendu qui assure précision et propreté de la découpe et du champ opératoire.

La durée d'application du jet étant courte, une faible consommation en liquide stérile est assurée.

Lors de phases particulières du travail chirurgical, ou pour des applications spécifiques, il est souhaitable d'augmenter la fréquence de récurrence du jet de pression.

Or, lorsque la fréquence de récurrence du jet augmente, et/ou lorsque à partir d'une certaine longueur, l'inertie, l'élasticité et l'effet réservoir liés à la déformation du tube d'alimentation de la pièce à main et la pression résiduelle deviennent sensibles, ce procédé de base devient moins performant.

En effet, malgré la présence d'une armature de renforcement, le tube d'alimentation du liquide en haute pression se déforme légèrement. Le front de descente de l'impulsion de pression non seulement s'incline, mais s'arrondit laissant apparaître une zone d'inefficacité augmentant avec la fréquence des impulsions qui empiète sur la zone de récupération et d'aspiration, si bien qu'à partir d'une limite supérieure de fréquences on se rapproche du régime continu en perdant les avantages liés au régime pulsé.

Or, l'existence d'un front de coupure de la haute pression franc, raide et de courte durée est une condition importante de précision, de commodité

et d'efficacité dans le travail chirurgical.

La variante du procédé de base a pour but de remédier à ces inconvénients.

Le principe inventif de cette variante
5 consiste à obtenir un front de descente des créneaux de pression du jet de liquide non plus seulement par la coupure de pression et donc celle du jet, mais par une mise en communication simultanée ou quasi
10 simultanée du conduit d'alimentation en liquide avec l'extérieur notamment à l'air ou avec l'aspiration ou le générateur de vide.

Selon la variante du procédé de base, on prévoit, en dérivation sur le tube d'alimentation en liquide sous pression, une branche de conduit reliée
15 au générateur de dépression ou à l'air à travers un organe de coupure-ouverture commandé à la fréquence de récurrence en synchronisme avec les autres commandes, de manière à réaliser, avant le tir
20 suivant, la décharge de la pression résiduelle existant dans le conduit d'alimentation en liquide sous pression. Cette commande périodique de mise en communication du conduit de pression avec l'extérieur s'effectue simultanément ou immédiatement avant ou
25 après la commande de coupure du conduit d'alimentation en haute pression.

Cette variante du procédé présente divers avantages supplémentaires :

- 30 . front arrière de l'impulsion de pression marquant l'arrêt bien raide lorsque la fréquence de récurrence augmente ;
- . efficacité et propreté dans le travail chirurgical ;
- . perfectionnement très facile à mettre en oeuvre.

D'autres caractéristiques et avantages de
35 l'invention apparaîtront dans la description qui suit, donnée à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins dans lesquels :

- . la figure 1 est un graphique des formes d'ondes de base des paramètres du train impulsional en fonction du temps ;
- 5 . la figure 2 est un graphique des formes d'ondes selon une première variante à durée de tir plus importante ;
- . la figure 3 est un graphique des formes d'ondes de tirs ne faisant pas intervenir de mise à l'air ;
- 10 . la figure 4 est une représentation graphique comparative de trois trains d'impulsions de pression P de liquide en fonction du temps « t » à fréquences de récurrence F_R croissantes montrant la zone d'inefficacité du procédé de base grandissant avec l'augmentation de la fréquence de récurrence ;
- 15 . la figure 5 est une vue du montage de base montrant les liaisons avec les différentes sources et les emplacements des organes de coupure-ouverture en utilisant un générateur de dépression GDP ;
- 20 . les figures 6 et 7 sont des vues analogues mais avec une liaison à un dispositif de mise à l'air commandé MALC ou automatique MALA ;
- . la figure 8 est un graphique des formes d'ondes des différentes grandeurs en pression P formant le jet pulsé représentées en fonction du temps « t » avec
25 mise périodique à l'air ;
- . la figure 9 est un graphique des formes d'ondes des différentes grandeurs en pression P formant le jet pulsé représentées en fonction du temps « t » sans
mise périodique à l'air ;
- 30 . la figure 10 est un graphique des formes d'ondes des différentes grandeurs en pression P formant le jet pulsé représentées en fonction du temps « t » avec commande du front arrière de chute de pression à partir de l'aspiration.
- 35 Le procédé de base selon l'invention consiste, à l'aide de tous les moyens appropriés, mécaniques, électriques, électromécaniques,

électromagnétiques ou autres, à générer sur commande à partir d'un premier conduit transportant un liquide stérile sous pression délivré par un générateur et d'un deuxième conduit pneumatique d'aspiration, un
5 train impulsif d'un jet liquide stérile pulsé-aspiré et à le projeter par l'intermédiaire d'une pièce à main en vue d'applications chirurgicales ou médicales.

Plus particulièrement, on utilise pour
10 chacun des conduits, de liquide d'une part et d'aspiration d'autre part, un moyen de fermeture-ouverture séquentiel du débit selon la même fréquence mais avec une durée d'ouverture pouvant être différente pour les deux fluides.

Selon le procédé de base de l'invention, le
15 tir du jet liquide sous pression, c'est-à-dire l'ouverture du moyen de fermeture-ouverture du conduit de liquide, s'effectue pendant les intervalles de temps d'aspiration c'est-à-dire
20 pendant la durée d'ouverture du moyen de fermeture-ouverture du conduit d'aspiration.

Le procédé est complété en ce que l'on réalise une neutralisation de l'aspiration par vide d'air juste après la fermeture du conduit
25 d'aspiration, par exemple en mettant à l'air le conduit d'aspiration pour stopper l'aspiration.

Le procédé de base peut être mis en oeuvre par des moyens simples, comme des moyens électromécaniques à poussoirs ou autres agissant en
30 pincement ou en écrasement sur un conduit souple véhiculant le liquide ou l'air aspiré ou par des composants hydrauliques de coupure tels que des obturateurs de débit ou des électrovannes, tous commandés par un circuit électronique de
35 séquençement.

Il en est de même pour les moyens de mise à l'air périodique du conduit d'aspiration permettant

de décoller le tissu à découper de l'extrémité aspirante de la pièce à main pour lesquels les moyens de coupure-ouverture seront pneumatiques et non plus hydrauliques.

5 On procède de préférence à une mise à l'air par le conduit d'aspiration par exemple par une dérivation de celui-ci périodiquement ouverte et fermée, mais toute autre façon de compenser la force de succion pour détendre le tissu est possible.

10 On expliquera maintenant le procédé à l'aide des différentes formes d'ondes.

 Les principales phases caractéristiques de chaque période du train impulsional selon l'invention, repérées par les chiffres de 1 à 5 sur la figure 1, sont les suivantes :

- 15 . phase 1 : début de l'aspiration,
 . phase 2 : tir du jet sous pression pendant une courte durée à l'intérieur de l'impulsion d'aspiration,
20 . phase 3 : poursuite de l'aspiration après le tir,
 . phase 4 : mise à l'air pendant la coupure de l'aspiration,
 . phase 5 : poursuite de la coupure de l'aspiration jusqu'à la prochaine période.

25 On remarque les caractéristiques générales suivantes à l'observation des figures. Le tir s'effectue avec un certain retard par rapport au début de l'aspiration. Le tir s'effectue de préférence dans la première moitié de la largeur d'impulsion de l'aspiration et s'arrête de préférence avant le début de la deuxième moitié. La mise à l'air a lieu après la coupure de l'aspiration et de préférence mais non obligatoirement juste après cette coupure.

35 On donne ci-après à titre d'exemple non limitatif les principales valeurs caractéristiques des paramètres du train impulsional de jet liquide

sous pression pulsé-aspiré correspondant à celui représenté sur la figure 1.

- . fréquence de récurrence (F_R) : 1 Hz
- . largeur d'impulsion de tir : 100 ms
- 5 . largeur d'impulsion d'aspiration : 400 ms
- . repos d'aspiration : 600 ms
- . largeur d'impulsion de mise à l'air: 300 ms
- . décalage entre la fin de l'impulsion d'aspiration et la mise à l'air : faible.

10 La mise à l'air est de courte durée et suit rapidement la fin de l'aspiration.

Les flancs de montée des impulsions sont représentés verticaux. Dans la pratique, la pente dépendra du type de dispositif de fermeture-ouverture de débit utilisé et notamment de son inertie.

15 D'autres formes d'ondes différentes sont possibles.

Ainsi, la fréquence de récurrence du régime impulsif et la largeur des impulsions sont modifiables. On peut ainsi effectuer des modifications doivent en fonction de l'application chirurgicale à savoir du type d'intervention, d'organe ou de tissu visé ainsi que de la profondeur d'intervention dans le corps humain.

20 L'appareil générant ce train commandé d'impulsions permettra de faire varier ces principaux paramètres dont les paramètres temporels. La fréquence de récurrence F_R peut par exemple être située dans une gamme comprise entre une fraction de Hertz et quelques Hertz, par exemple entre 0,1 et 10 Hz.

25 Il doit être noté que plus la largeur de l'impulsion du tir augmente, plus celle de l'aspiration doit augmenter pour pouvoir évacuer complètement le liquide et le ou les résidus.

35 La figure 2 montre des formes d'onde basées sur le même principe d'un jet liquide sous pression

pulsé-aspiré, objet du procédé de base selon l'invention. On remarque que la durée du tir et la durée d'aspiration augmentent simultanément. En effet, plus la durée du tir est importante, plus
5 l'aspiration doit être longue pour pouvoir évacuer tout le liquide projeté et les résidus solides. Corrélativement, les impulsions de commande ou les ouvertures correspondant à la mise à l'air se déplacent sur l'axe des temps pour débiter juste
10 après la coupure de l'aspiration.

La figure 3 présente des formes d'onde sans mise à l'air. Cet exemple d'application est celui d'une pièce à main à manchon d'extrémité ouvert sur sa périphérie pour laquelle le relâchement du tissu
15 après le tir s'effectue automatiquement après la coupure de l'aspiration.

On décrira maintenant la variante du procédé de base selon l'invention.

La figure 4 a pour but d'illustrer le
20 problème résolu par la variante du procédé de base.

Lorsque la fréquence de récurrence F_R des impulsions périodiques de pression P formant la base de temps du jet pulsé augmente, il apparaît une déformation du front de descente des impulsions.

25 Cette déformation s'aggrave avec l'accroissement de la fréquence F_R . De plus, comme on peut le voir par l'augmentation de surface des zones hachurées, l'inclinaison et la forme de la rampe de descente se détériorent, la rampe devenant curviligne
30 ou adoptant une allure exponentielle.

Cette rampe délimite avec le front arrière vertical idéal une zone d'inefficacité représentée hachurée, dont l'étendue augmente avec la fréquence de récurrence F_R . L'impulsion grossit en largeur par
35 une prolongation arrière et la coupure de la pression n'est plus franche mais devient progressive.

La figure 4 permet de visualiser cet

inconvénient.

L'inclinaison et la déformation de la rampe arrière provoquent une annulation de pression de plus en plus tardive dans le temps « t » tendant à
5 rejoindre le prochain front de montée de pression. Les impulsions pourraient ainsi se rejoindre et le régime tendre vers un régime continu.

La déformation du front arrière et l'augmentation de largeur de l'impulsion de pression
10 liquide diminuent l'efficacité du jet pulsé. L'effet d'impact répétitif s'amointrit et ainsi la composante importante de l'efficacité du travail liée aux chocs périodiques s'annule progressivement.

Le présent perfectionnement a pour but de
15 remédier à cet inconvénient en corrigeant la déformation du front arrière de l'impulsion de pression par une décompression commandée ou automatique du tube d'alimentation en liquide sous pression de la pièce à main. Cette décompression est
20 synchronisée avec les impulsions de pression.

Cette variante au procédé de base procède de l'idée générale inventive qui consiste en une génération d'un train impulsional d'un jet liquide pulsé avec aspiration dans lequel le conduit
25 d'alimentation du générateur de pression du liquide est mis en communication périodique avec un générateur de dépression ou avec l'air pour donner naissance à un régime impulsional d'éjection de liquide par une pièce à main selon une fréquence de
30 récurrence F_R , dans lequel le front arrière de l'impulsion de pression du liquide est obtenu en coupant l'alimentation en liquide sous pression et en déchargeant le résiduel de pression subsistant ou qui subsisterait dans le conduit d'alimentation de la
35 pièce à main en liquide sous pression par une mise en communication de ce conduit avec l'extérieur.

Selon le procédé de base, un générateur de

liquide notamment stérile sous pression GHP est raccordé à une pièce à main 1 ou PAM par exemple chirurgicale, par un conduit tubulaire d'alimentation sous pression 2 à travers un organe de coupure-ouverture 3 commandé de façon périodique à une fréquence de récurrence F_R . Le liquide sous pression est, par exemple, généré et éjecté à une pression située entre 15 et 100 bars selon l'application visée.

Un circuit d'aspiration comprend un générateur de dépression GDP relié à la pièce à main 1 par un conduit indépendant d'aspiration 4 à travers un organe d'isolement-communication 5 commandé à la fréquence de récurrence F_R en synchronisme avec la commande en coupure-ouverture du conduit tubulaire d'alimentation 2 en liquide sous pression par l'organe de coupure-ouverture 3.

Un dispositif de mise à l'air (non représenté) est greffé sur le conduit d'aspiration. Il est commandé en synchronisme avec les autres commandes à la fréquence de récurrence F_R . Ce dispositif de mise à l'air a pour but de neutraliser l'aspiration et donc de détendre le tissu juste avant un nouveau tir.

Selon la présente variante, on prévoit une sortie adjacente sur le conduit tubulaire d'alimentation 2 en liquide sous pression, sous la forme d'une branche dérivée 6 permettant une mise en communication avec l'extérieur.

La fonction générale de cette branche dérivée 6 est celle de mettre périodiquement le conduit d'alimentation 2 en liquide sous pression en communication avec l'extérieur. Plus particulièrement cette fonction est celle de décompresser, c'est-à-dire d'évacuer rapidement le résiduel de pression, immédiatement avant ou après ou à la fermeture du conduit d'alimentation 2 en liquide sous pression.

Comme illustré par la figure 5, un des moyens de décompression possible est le raccordement à un générateur de dépression GDP, pouvant être le même que celui du circuit d'aspiration, et ceci à travers un dispositif interrupteur 7 assurant l'ouverture et la fermeture commandées de la communication avec ce générateur GDP et ceci en synchronisme avec la commande du jet sous pression.

Dans certains cas et selon la valeur de la fréquence de récurrence F_R , on pourra se contenter d'une communication avec l'atmosphère c'est-à-dire une mise à l'air périodique en synchronisme avec les impulsions de pression du tube d'alimentation 2 en liquide sous pression. Cette mise à l'air pourra être totale, partielle ou réduite par l'intermédiaire d'un dispositif commandé ou automatique de mise à l'air. Cette technique permettra ainsi dans ces cas de rétablir simplement la forme du front de descente de l'impulsion de pression, c'est-à-dire de rétablir une pente franche et raide.

Comme représenté sur la figure 6, il peut s'agir d'un organe de mise à l'air à échappement commandé MALC intégrant ou non l'interrupteur 7.

Comme exemple, on cite un clapet commandé ou une membrane perméable ou tout autre moyen analogue.

Comme représenté sur la figure 7, il peut s'agir aussi d'un organe de mise à l'air automatique, c'est-à-dire à échappement automatique. A titre d'exemple on cite un clapet taré avec effet de retard.

Ainsi, la pression résiduelle peut aussi jusqu'à une certaine fréquence être évacuée de façon simple et automatique par une sortie adjacente raccordée à un dispositif MALA à seuil de pression ou présentant un retard périodique constant à l'ouverture.

Bien entendu, il faut comprendre le terme

extérieur dans son sens le plus général, c'est-à-dire un espace ou un volume extérieur au conduit d'alimentation 2. En effet, il peut s'agir aussi d'un volume tampon, d'un volume fermé extensible, d'une
5 membrane souple...

On peut également commander cette coupure par la mise en communication du conduit de pression 2 avec le générateur de dépression GDP. Il suffit de commander l'ouverture de la communication avec
10 l'extérieur par la branche dérivée 6 du conduit d'alimentation 2 en liquide sous pression peu avant la coupure du liquide sous pression.

Cette façon de procéder que l'on décrira maintenant est illustrée par la figure 10.

15 Selon la caractéristique principale du procédé de base, le tir s'effectue pendant la phase d'aspiration, c'est-à-dire que l'impulsion de pression est déclenchée et coupée dans l'intervalle de temps correspondant à un créneau de dépression.

20 On a représenté sur la figure 10 la commande de la mise à l'air de l'aspiration qui s'effectue juste après la coupure de l'aspiration pour favoriser le décollement et la relaxation des tissus.

La deuxième partie de la figure 10 illustre
25 la commande de la fin du tir par l'aspiration.

L'impulsion de pression du tir à l'extrémité de la pièce à main sans correction est celle représentée sur la troisième courbe laissant apparaître la zone d'inefficacité représentée
30 hachurée.

Selon cette variante, on commande la coupure de l'impulsion de tir par la dépression avant sa coupure normale par l'organe 3 d'ouverture-fermeture.

35 Plus particulièrement, selon la présente variante, l'impulsion de pression débutant au temps t_1 est coupée en avance au temps t_2 par une ouverture rapide commandée de la communication avec l'extérieur

et notamment avec l'aspiration. On calibre ainsi l'impulsion de tir à une durée T en réalisant une coupure raide et franche comme il apparaît sur la dernière forme d'onde représentée sur cette figure 10.

La durée de l'impulsion de dépression ou d'aspiration du conduit de pression de tir qui déclenche la coupure (4ème courbe) est suffisante pour réaliser la décharge totale de la pression résiduelle. Elle reste cependant faible.

L'impulsion de dépression ou d'aspiration a pour but de créer un appel de liquide et donc une décharge avant ou juste avant la coupure de la pression du liquide, neutralisant ainsi la rémanence de pression et garantissant une tombée brusque de la pression.

La présente invention est mise en œuvre par une source de liquide sous pression et par un appareil de séquençement c'est-à-dire d'arrêt et de démarrage brutal du jet liquide sous pression alimentant une pièce à main ou un cathéter.

La formation des impulsions peut provenir des actions mécaniques répétitives par exemple sur un conduit souple.

En mode de fonctionnement normal c'est-à-dire courant, le train d'impulsions déclenché par l'opérateur se poursuit à la fréquence de récurrence F_R jusqu'à la commande manuelle d'arrêt ordonnée par l'opérateur.

Dans différents cas d'application, il est souhaitable de limiter autrement et automatiquement le nombre de jets élémentaires liquides sous pression. On y procédera par un programme adapté de commande et de comptage/décomptage. L'opérateur par sa commande digitale sur la pièce à main déclenchera un nombre limité de jets élémentaires liquides sous pression se succédant à la fréquence de récurrence F_R .

Cette séquence s'arrêtera automatiquement lorsque le nombre d'impulsions de tir programmé sera atteint.

5 Le nombre de jets élémentaires liquides sous pression n'est limité que par des considérations d'ordre pratique liées à l'intervention et par les possibilités du matériel et du logiciel.

10 On peut aussi envisager de ne programmer qu'un seul tir d'un jet élémentaire liquide sous pression. Dans ce cas l'opérateur ne déclenchera qu'un seul tir par sa commande manuelle. Le tir suivant devra être déclenché par une nouvelle commande.

REVENDICATIONS

1. Procédé de génération sur commande d'un train impulsif d'un jet liquide pulsé pour une pièce à main notamment en vue d'applications chirurgicales et médicales par commandes périodiques successives selon une fréquence de récurrence F_R de tirs de jets élémentaires de liquide sous pression mettant en oeuvre une voie de liquide sous pression provenant d'un générateur de liquide sous pression GHP et une voie d'aspiration reliée à une source de dépression GDP caractérisé en ce que l'on :

. commande le tir de jets élémentaires en coupant périodiquement selon la fréquence de récurrence F_R et avant la fin de chaque période de récurrence le flux du liquide sous pression alimentant la pièce à main formant ainsi des impulsions périodiques de tir,

. commande l'aspiration périodiquement à la même fréquence de récurrence F_R et on coupe périodiquement l'aspiration à la même fréquence de récurrence F_R avant la prochaine commande périodique de la prochaine impulsion périodique de tir du jet liquide sous pression, en formant des impulsions périodiques d'aspiration de durée supérieure à celle des impulsions périodiques de tir,

. commande une impulsion de tir à l'intérieur de chaque impulsion d'aspiration créant ainsi un jet pulsé-aspiré.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le liquide sous pression est généré et expulsé sous haute pression.

3. Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que la haute pression est située entre 10 et 100 bars.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'on

commande le tir périodique du jet sous pression dans la première moitié de la durée périodique d'application de l'aspiration.

5 5. Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que la durée périodique de tir du jet sous pression se termine avant la première moitié de l'impulsion périodique d'aspiration.

10 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'aspiration est suivie après sa coupure par une compensation de l'effet de succion pour détendre le tissu.

15 7. Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que la compensation de l'effet de succion est une mise à l'air pendant la coupure de l'aspiration.

20 8. Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que l'on procède à la mise à l'air par le conduit d'aspiration.

 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la fréquence de récurrence F_R est modifiable.

25 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la fréquence de récurrence F_R est située dans une gamme comprise entre une fraction de Hertz et quelques Hertz.

30 11. Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que la fréquence de récurrence F_R est comprise entre 0,1 et 10 Hz.

 12. Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que la fréquence de récurrence F_R est de l'ordre de 1 Hz.

35 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le front arrière de l'impulsion de pression P est obtenu

en déchargeant, au voisinage du moment de la coupure de l'alimentation en liquide sous pression, le conduit d'alimentation (2) en liquide sous pression de la pièce à main PAM par une mise en communication
5 avec l'extérieur de ce conduit (2).

14. Procédé selon la revendication 13 caractérisé en ce que la mise en communication avec l'extérieur est une mise en communication avec un générateur de dépression GDP.

10 15. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que la mise en communication avec l'extérieur est une mise à l'air.

16. Procédé selon la revendication 13 caractérisé en ce que la mise en communication avec
15 l'extérieur qui s'effectue au voisinage du moment de la coupure est une décharge dans un volume tampon.

17. Procédé selon la revendication 13 caractérisé en ce que la mise en communication avec l'extérieur qui s'effectue au voisinage du moment de
20 la coupure est une décharge dans un volume fermé extensible.

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 17 caractérisé en ce que la mise en communication avec l'extérieur s'effectue un peu
25 avant la coupure.

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 17 caractérisé en ce que la mise en communication avec l'extérieur s'effectue au moment de la coupure.

30 20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 17 caractérisé en ce que la mise en communication avec l'extérieur s'effectue un peu après la coupure.

21. Procédé selon l'une quelconque des
35 revendications 13 à 20 caractérisé en ce que la durée de l'aspiration déchargeant le tube d'alimentation (2) est faible par rapport à la durée entre le front

arrière de l'impulsion de pression et le front avant de la prochaine impulsion de pression.

22. Procédé selon les revendications 13 et 14 caractérisé en ce que l'on commande la coupure de l'impulsion de pression de liquide par la commande de la mise en communication avec le générateur de dépression GDP.

23. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'on commande un nombre défini de jets élémentaires de liquide sous pression.

24. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'on commande un seul jet élémentaire de liquide sous pression à la fois.

25. Circuit pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes composé d'une pièce à main, d'un générateur de pression d'un liquide GHP, d'une liaison tubulaire par un conduit (2) pour l'alimentation en liquide sous pression de la pièce à main (1), d'un générateur de dépression GDP relié à la pièce à main par un conduit séparé (4), d'un organe (3) de coupure-ouverture du passage du liquide sous pression et d'un organe d'isolement et de mise en communication (5) du conduit (4) avec le générateur de dépression GDP, caractérisé en ce que le tube d'alimentation (2) de la pièce à main (1) en liquide sous pression présente une branche dérivée (6) pour la liaison avec l'extérieur.

26. Circuit selon la revendication précédente caractérisé en ce que la branche dérivée (6) est raccordée à un générateur de dépression GDP à travers un organe d'isolement-communication (7) commandé en synchronisme avec la commande en ouverture-fermeture du conduit (2) d'alimentation de la pièce à main (1) en liquide sous pression.

27. Circuit selon la revendication 25
caractérisé en ce que la branche dérivée (6) est
raccordée à un dispositif de mise à l'air commandé
MALC à travers un organe d'isolement-communication
5 (7) commandé en synchronisme avec la commande en
ouverture-fermeture du conduit (2) d'alimentation de
la pièce à main (1) en liquide sous pression.

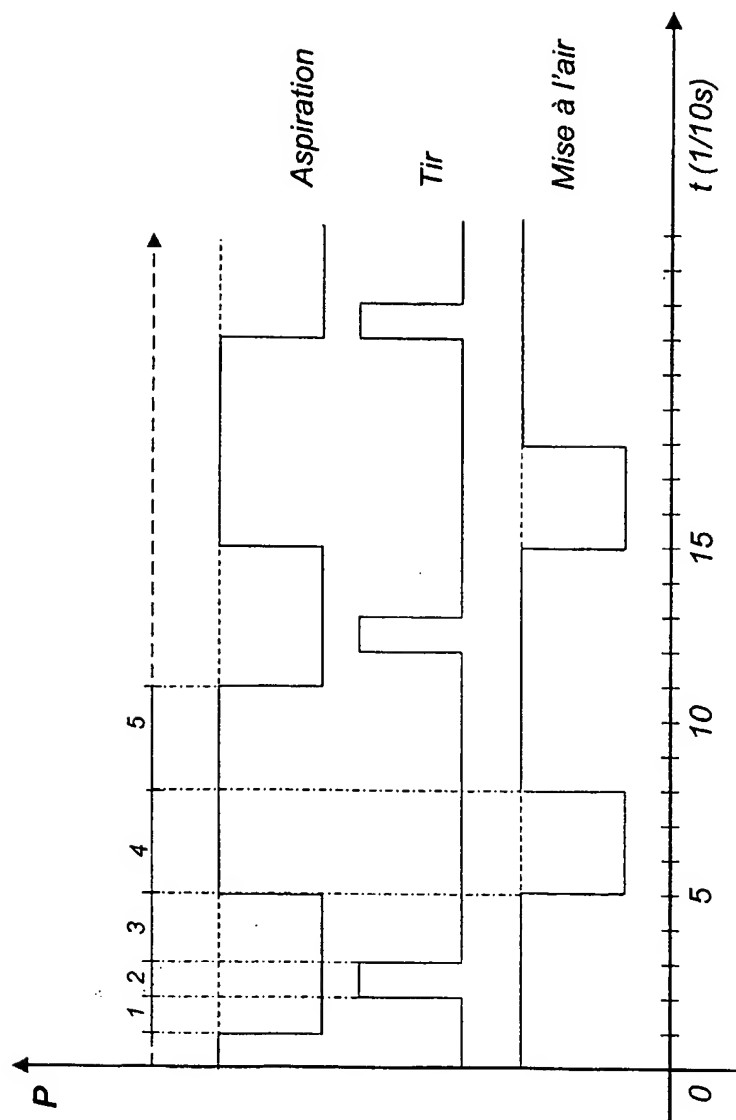
28. Circuit selon la revendication 25
caractérisé en ce que la branche dérivée (6) est
10 raccordée à un dispositif de mise à l'air automatique
MALA.

29. Circuit selon la revendication 26
caractérisé en ce que le générateur de dépression GDP
est unique.

15 30. Jet de liquide stérile sous pression
pour une pièce à main notamment en vue d'applications
chirurgicales obtenu par le procédé selon l'une
quelconque des revendications précédentes caractérisé
en ce qu'il est pulsé-aspiré selon une fréquence de
20 récurrence F_R .

1/6

FIG.1



2/6

FIG.2

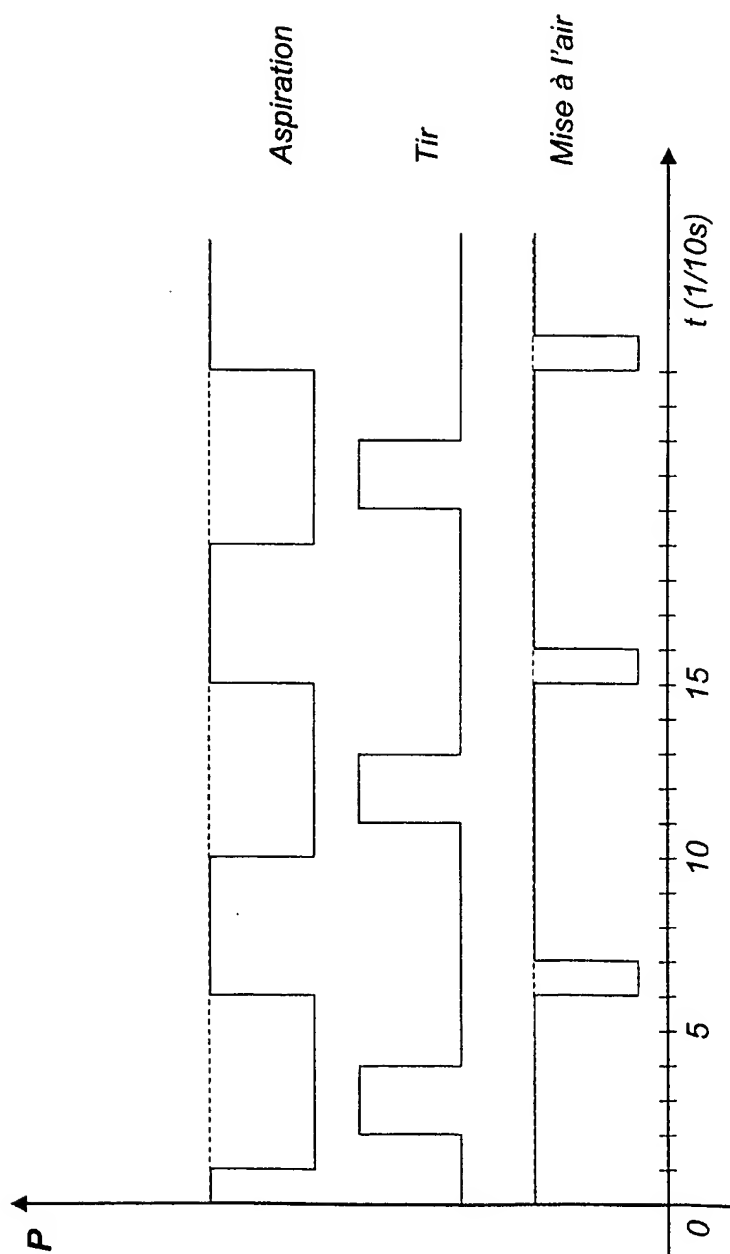


FIG.3

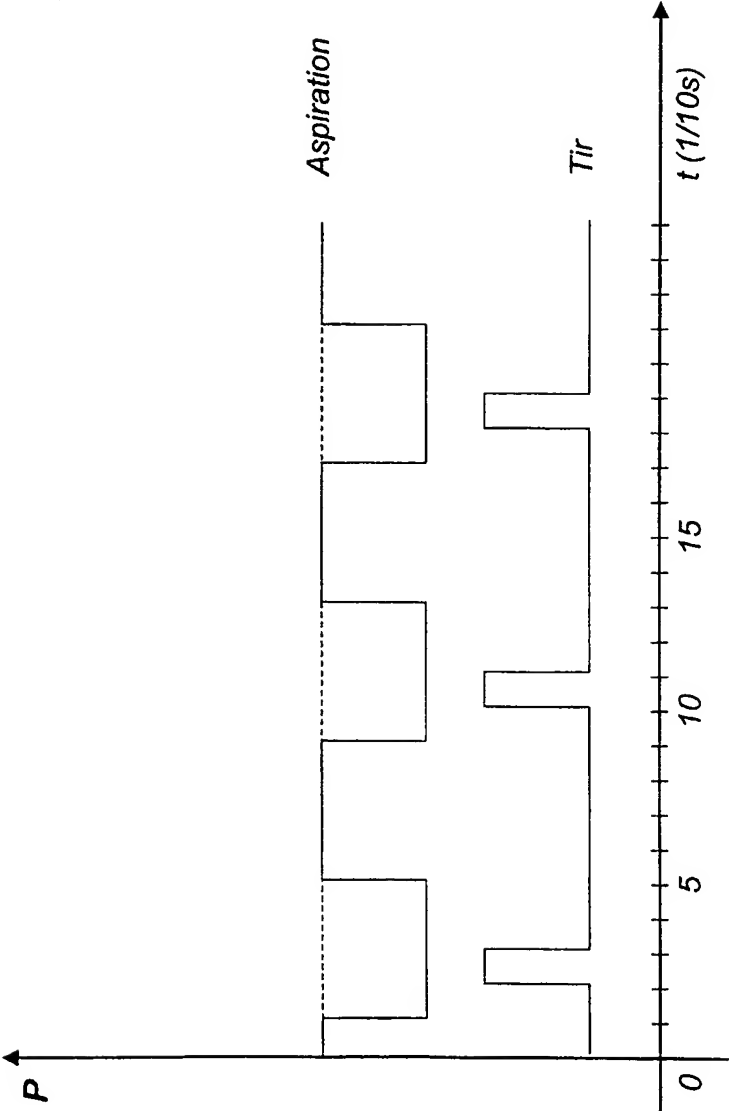
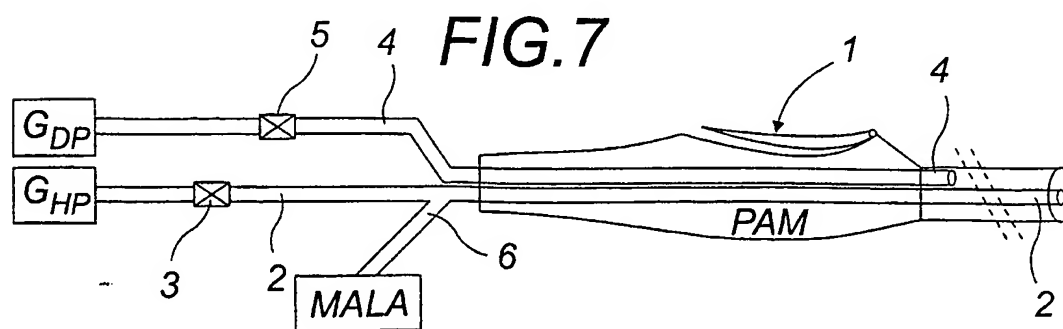
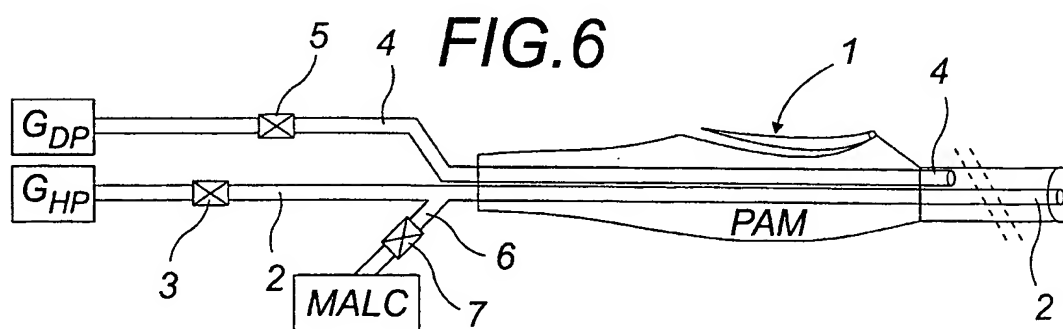
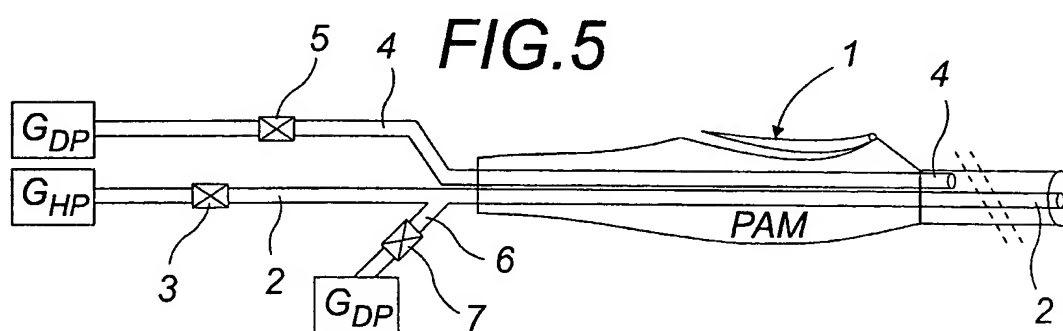
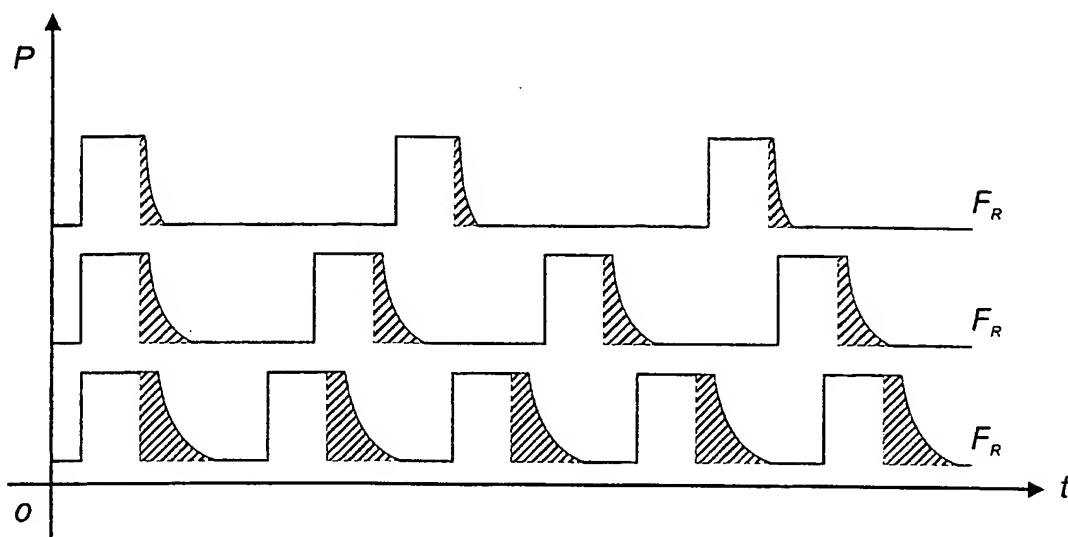


FIG.4

4/6



5/6

FIG.8

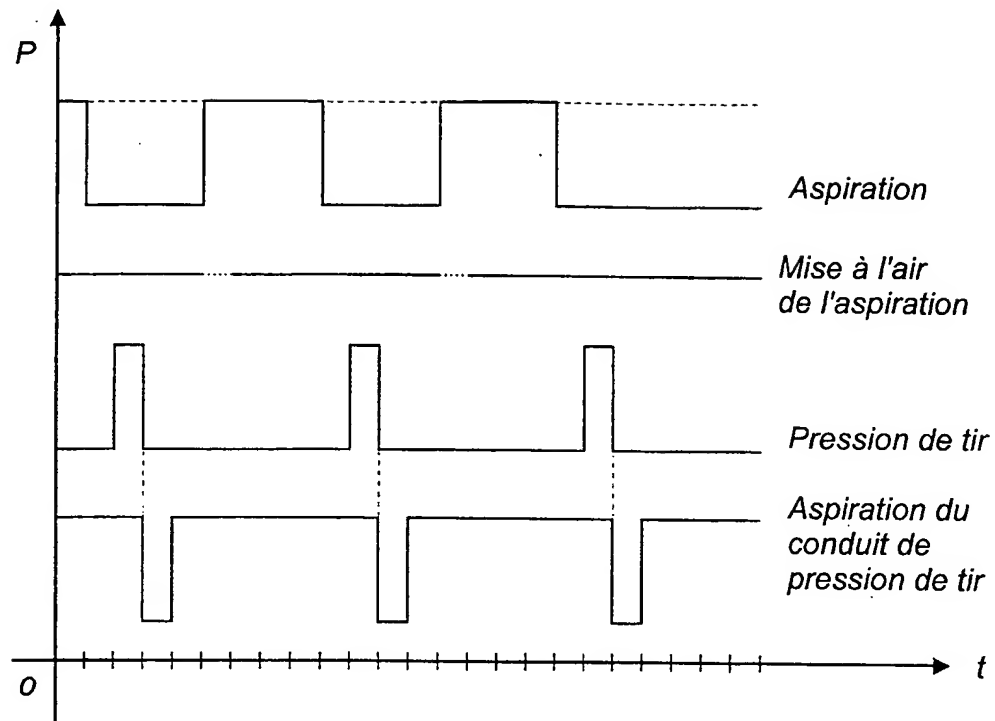
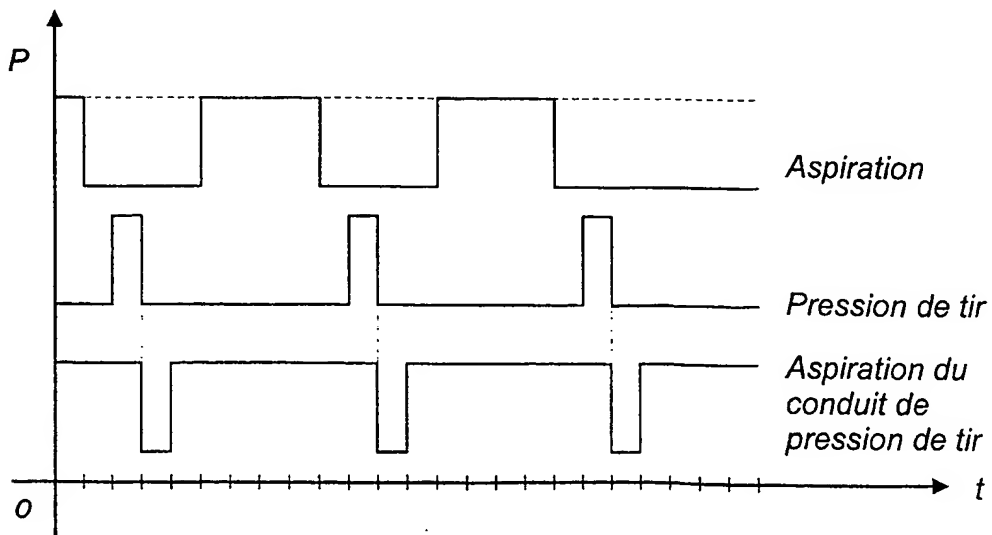
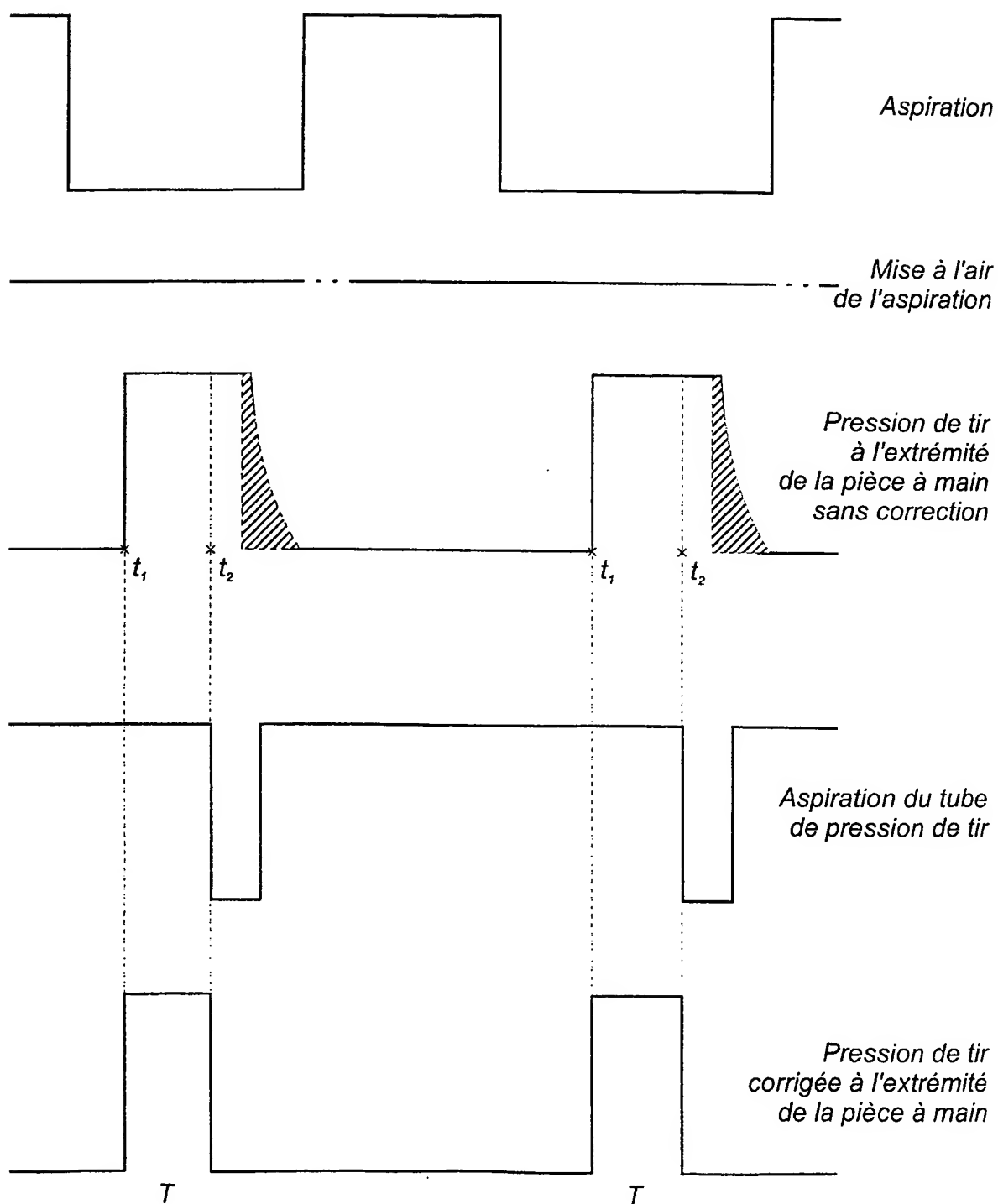


FIG.9



6/6

FIG. 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC./FR 99/01462

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 A61B17/32 A61M1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 A61B A61M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 37 15 418 A (OLYMPUS) 12 November 1987 (1987-11-12) column 6, line 23 -column 7, line 48; figure 1 ---	1-4, 9-12, 30
X	US 4 655 197 A (ATKINSON) 7 April 1987 (1987-04-07) column 4, line 66 -column 5, line 55 column 17, line 3 - line 6 abstract; figure 9 ---	1, 9-12, 30
A	EP 0 489 496 A (POSSIS MEDICAL INC) 10 June 1992 (1992-06-10) column 3, line 13 - line 14 column 5, line 40 -column 6, line 14; figure 1 --- -/-	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 October 1999

Date of mailing of the international search report

27/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moers, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PL./FR 99/01462

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 5 674 226 A (DOHERTY ET AL.) 7 October 1997 (1997-10-07) column 2, line 59 -column 4, line 6; figures 1,2,5 -----</p>	1,8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC./FR 99/01462

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3715418	A	12-11-1987	JP 62261346 A	13-11-1987
			JP 62261347 A	13-11-1987
			JP 62261352 A	13-11-1987
			US 4898574 A	06-02-1990
US 4655197	A	07-04-1987	CA 1257823 A	25-07-1989
EP 0489496	A	10-06-1992	AU 1221795 A	13-04-1995
			AU 3997297 A	18-12-1997
			AU 7009298 A	30-07-1998
			AU 8468291 A	14-05-1992
			CA 2048239 A	09-05-1992
			DE 69121370 D	19-09-1996
			DE 69121370 T	24-04-1997
			JP 7016231 A	20-01-1995
US 5674226	A	07-10-1997	US 5308673 A	03-05-1994
			BR 9306324 A	13-01-1998
			CZ 9402726 A	14-06-1995
			DE 69304322 D	02-10-1996
			DE 69304322 T	17-04-1997
			EP 0639235 A	22-02-1995
			ES 2093428 T	16-12-1996
			GR 3021183 T	31-12-1996
			JP 7506505 T	20-07-1995
			MX 9302550 A	29-07-1994
			WO 9322485 A	11-11-1993
			US 5368668 A	29-11-1994

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PL./FR 99/01462

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 A61B17/32 A61M1/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 A61B A61M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 37 15 418 A (OLYMPUS) 12 novembre 1987 (1987-11-12) colonne 6, ligne 23 - colonne 7, ligne 48; figure 1 ---	1-4, 9-12, 30
X	US 4 655 197 A (ATKINSON) 7 avril 1987 (1987-04-07) colonne 4, ligne 66 - colonne 5, ligne 55 colonne 17, ligne 3 - ligne 6 abrégé; figure 9 ---	1, 9-12, 30
A	EP 0 489 496 A (POSSIS MEDICAL INC) 10 juin 1992 (1992-06-10) colonne 3, ligne 13 - ligne 14 colonne 5, ligne 40 - colonne 6, ligne 14; figure 1 --- -/--	1-3



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
 "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
 "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
 "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
 "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
 "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
 "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 octobre 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/10/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Moers, R

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PL./FR 99/01462

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 5 674 226 A (DOHERTY ET AL.) 7 octobre 1997 (1997-10-07) colonne 2, ligne 59 - colonne 4, ligne 6; figures 1,2,5 -----</p>	1,8,9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs : membres de familles de brevets

Demande internationale No

PC./FR 99/01462

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 3715418 A	12-11-1987	JP 62261346 A	13-11-1987
		JP 62261347 A	13-11-1987
		JP 62261352 A	13-11-1987
		US 4898574 A	06-02-1990
US 4655197 A	07-04-1987	CA 1257823 A	25-07-1989
EP 0489496 A	10-06-1992	AU 1221795 A	13-04-1995
		AU 3997297 A	18-12-1997
		AU 7009298 A	30-07-1998
		AU 8468291 A	14-05-1992
		CA 2048239 A	09-05-1992
		DE 69121370 D	19-09-1996
		DE 69121370 T	24-04-1997
		JP 7016231 A	20-01-1995
US 5674226 A	07-10-1997	US 5308673 A	03-05-1994
		BR 9306324 A	13-01-1998
		CZ 9402726 A	14-06-1995
		DE 69304322 D	02-10-1996
		DE 69304322 T	17-04-1997
		EP 0639235 A	22-02-1995
		ES 2093428 T	16-12-1996
		GR 3021183 T	31-12-1996
		JP 7506505 T	20-07-1995
		MX 9302550 A	29-07-1994
		WO 9322485 A	11-11-1993
		US 5368668 A	29-11-1994